



Penentuan Kualitas Produk melalui Pendekatan Fuzzy-Mamdani serta Penerapan AHP untuk Optimasi Produksi Tepung Tapioka

Carlo Raphael Gea¹✉, Anisa Putri Aviandra¹, Achmad Sadid¹, Intan Armelianti Bratawijaya¹

⁽¹⁾ Program Studi Manajemen Industri Sekolah Vokasi IPB University, Bogor, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v8i2.38504

✉ Corresponding author:
[carloraphaelgea@apps.ipb.ac.id]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Fuzzy Logic Mamdani;</i> <i>AHP;</i> <i>Penentuan Kualitas;</i> <i>Optimasi Produksi;</i></p>	<p>Industri manufaktur berperan penting dalam proses mengubah bahan mentah menjadi produk jadi. Kualitas menjadi aspek yang mempengaruhi tingkat pembelian konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat kehalusan tepung serta kriteria yang berdampak pada pemilihan alternatif dalam optimasi proses produksi. Pendekatan Fuzzy Logic Mamdani digunakan untuk mengevaluasi tingkat kehalusan tepung berdasarkan parameter yang mempengaruhi mutu produk, yakni 14 % kadar air, lama pengeringan selama 5 jam, dan suhu pengeringan 55°C. Pengolahan variabel input melewati 27 aturan fuzzy dan memanfaatkan proses defuzzyifikasi yang menghasilkan output sebesar 15 µm. Penerapan metode AHP bertujuan untuk mengidentifikasi nilai bobot untuk mengetahui prioritas terhadap pemilihan keputusan alternatif. Pemetaan nilai bobot menghasilkan nilai Consistency Ratio sebesar 0,69959 (Suhu dan Kelembaban), 0,66050 (Konsistensi Kualitas), 0,50211 (Teknologi Pengeringan Baru) yang menjadi alternatif terpilih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode berpengaruh dalam tingkat kehalusan tepung dan optimasi produksi secara signifikan di CV. Tepung Tapioka XYZ.</p>

Keywords:

Fuzzy Logic Mamdani;
AHP;
Quality ;
Production Optimization

Abstract

The manufacturing industry plays a crucial role in the process of transforming raw materials into finished products. Quality is an aspect that influences the level of consumer purchases. This study aims to examine the fineness of flour and the criteria that impact the selection of alternatives in the optimization of the production process. The Mamdani Fuzzy Logic approach is used to evaluate the fineness of flour based on parameters affecting product quality, namely 14% moisture content, drying time of 5 hours, and drying temperature of 55°C. The processing of input variables involves 27 fuzzy rules and utilizes the defuzzification process, resulting in

an output of 15 μm . The application of the AHP method aims to identify weight values to determine priorities for the selection of alternative decisions. The mapping of weight values produces a Consistency Ratio of 0.69959 (Temperature and Humidity), 0.66050 (Quality Consistency), 0.50211 (New Drying Technology) which becomes the selected alternatives. The results of the study indicate that the combination of both methods significantly influences the fineness of flour and production optimization at CV. Tepung Tapioka XYZ.

1. PENDAHULUAN

Persaingan lingkungan bisnis dalam perkembangan zaman semakin kompetitif. Hal tersebut menjadi permasalahan pada seluruh lini bidang industri. Perencanaan yang matang diperlukan demi bertahan untuk memenuhi permintaan pasar serta simulasi menjadi gambaran implementasi dari hasil perencanaan yang telah disusun (Sufarnap & Sudarto, 2019). Tingkat kualitas produk dan optimasi proses produksi tepung tapioka pada CV Tepung Tapioka XYZ perlu memanfaatkan teknologi terbarukan dalam penggunaan mesin dan seluruh sistem penunjang dalam kegiatan produksi.

Peranan teknologi merupakan salah satu unsur terpenting agar pelaku usaha mencapai tujuan utama dari proses perancangan dan perencanaan produksi yang telah diciptakan. Metode *fuzzy* menjadi salah satu pengintegrasian yang bisa dikembangkan menjadi sebuah konsep sistematis dalam mengambil keputusan yang kompleks. Pendekatan yang dilakukan sangat baik dalam mengidentifikasi serta pemetaan data dari area *input* ke area *output* dengan nilai kontinyu (Nasution, Nurcahyo, & Ramdhana, 2024). Kualitas produk tepung tapioka sangat bergantung pada bahan baku yang didapatkan, oleh karena itu diperlukan keakurasan penghitungan data serta fleksibilitas dan adaptabilitas untuk memastikan bahwa setiap *batch* produksi memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Analytical Hierarchy Process (AHP) menjadi salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan alternatif solusi dari suatu tujuan yang akan dicapai (Azhar, 2020). AHP adalah sebuah alat yang bertujuan untuk mengatasi masalah pengambilan keputusan multi-kriteria yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. Proses AHP dilakukan dengan memecahnya menjadi beberapa elemen yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. AHP digunakan oleh pengambil keputusan untuk menemukan alternatif solusi dengan mengevaluasi serta memprioritaskan berdasarkan preferensi dari pilihan-pilihan kriteria yang ada. (Rozali, Zein, & Farizy, 2023)

Optimasi proses produksi menjadi tujuan CV Tepung Tapioka XYZ untuk mempertahankan dan meningkatkan kinerja produksinya agar memperoleh daya tarik di kalangan konsumen. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk mengambil keputusan mengenai optimasi proses produksi menjadi lebih objektif dan sistematis (Sutrisno, Mayasari, Rohim, & Boari, 2023). Proses produksi yang optimal dengan pengambilan keputusan melalui pemilihan alternatif yang tepat dapat mempertahankan kualitas pada setiap produknya sehingga perusahaan dapat mencapai target bisnis dengan lebih efisien.

Pada penelitian ini digunakan metode AHP dan *Fuzzy Mamdani* dengan tujuan untuk peningkatan kualitas produk dengan mengoptimalkan proses produksi. Metode Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli bernama Ebrahim Mamdani di tahun 1975. Salah satu jenis metodenya ialah *Fuzzy Mamdani* atau yang dikenal dengan metode *Max-Min* adalah sebuah kerangka kerja linguistik dengan konsep yang hampir sama dengan cara berpikir manusia yang bisa dimodelkan. Penerapan metode ini telah dimanfaatkan secara luas oleh beberapa ahli pakar untuk menjelaskan serta mendeskripsikan lebih dalam terkait intuitif dalam mengambil sebuah keputusan. Inferensi dari metode ini sudah diterapkan pada banyak bidang industri untuk menentukan tingkat kesesuaian output yang diinginkan (Supriadi & Suhendi, 2024)

Metode AHP digunakan untuk menentukan prioritas multi-kriteria dalam pengambilan keputusan yang sangat penting untuk proses bisnis. Hasil AHP akan menjadi data input metode *Fuzzy* guna memperoleh simulasi data yang akurat dan menyederhanakan pengambilan keputusan menjadi lebih efektif.

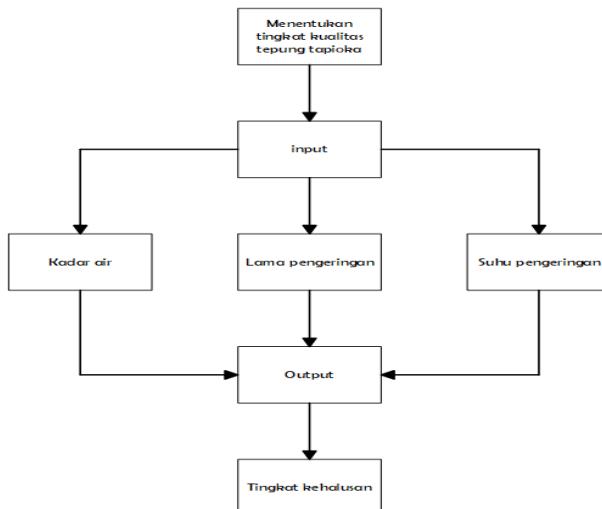
2. METODE

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang diterapkan pada penelitian ini berasal dari wawancara yang dilakukan langsung dengan manajer terkait. Data yang dikumpulkan melalui observasi langsung dan dokumentasi guna memperoleh informasi yang diperlukan secara tepat dan akurat. Observasi langsung artinya melihat langsung

tempat penelitian. Sedangkan metode dokumentasi adalah mendokumentasikan langsung data sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data meliputi *input* yang berpengaruh pada penentuan tingkat kualitas tepung tapioka dan penentuan prioritas pada optimasi produksi. Sumber lain seperti Artikel Ilmiah, dan Jurnal Penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan juga turut digunakan untuk mendukung validasi proses pengumpulan data.

Berdasarkan hasil wawancara dengan manajer, tingkat kehalusan dijadikan tolak ukur dalam penentuan tingkat kualitas tepung tapioka. *Input* yang digunakan dalam penentuan tersebut adalah kadar air, lama pengeringan, dan suhu pengeringan. Dalam proses penentuannya menggunakan *Fuzzy Mamdani Logic* yang digambarkan dalam bagan alir berikut ini (Safitrah, Adi, Nugraha, Sinaga, Athallah, Steyer, Santosa, Darmawan, & Octavia, 2024).



Gambar 1. Diagram Alir Tepung Tapioka

Dari bagan di atas, saat menentukan tingkat kualitas tepung tapioka yang berupa tingkat kehalusan diperlukan 3 *input* penting dengan 3 parameter di setiap *input* nya yaitu rendah, sedang, tinggi untuk kadar air dan suhu pengeringan, serta pendek, sedang, panjang untuk *input* lama pengeringan. Parameter *output* pada tingkat kehalusan adalah sangat halus, halus, dan kasar.

Metode Analisis Data

Fuzzy Logic Mamdani

Metode penelitian yang diterapkan untuk penentuan kualitas produk menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Adapun tahapan yang dilakukan dengan memanfaatkan metode *fuzzy mamdani* menggunakan aplikasi MATLAB, yakni sebagai berikut (Rahman Hakim, 2023);

- Menentukan variabel dan *range* untuk fungsi keanggotaan
- Menetapkan hasil pada setiap implikasi aturan
- Menyusun *rule-based* berdasarkan variabel *input*
- Menentukan metode defuzzyifikasi dengan mempertimbangkan kebutuhan data
- Melakukan simulasi *Fuzzy Inference System Mamdani* dalam penentuan kualitas produk pada aplikasi MATLAB

Logika *Fuzzy* dikenal sebagai ilmu mengenai pengolahan data dengan rancangan kebenaran sebagian. Logika *Fuzzy* salah satu unsur pada komponen *soft computing* yang dapat menggambarkan *input* ke *output* dengan mempertimbangkan faktor yang tersedia (Dary Daffa Haque & Sriani, 2023). Secara keseluruhan, logika *fuzzy* terdapat tiga metode, yaitu mamdani, sugeno, dan tsukamoto. Unsur logika *fuzzy mamdani* terdiri dari himpunan *fuzzy*, *fuzzy rule*, fungsi keanggotaan, fuzzyifikasi, dan defuzzyifikasi.

- Tipe grafik himpunan keanggotaan
 - Triangular Himpunan Keanggotaan
Sisi Kiri : $(x-a) / (b-a)$
Sisi Kanan : $(c-x) / (c-b)$
 - Trapezoidal Himpunan Keanggotaan
Sisi Kiri : $(x-a) / (b-a)$
Sisi Kanan : $(d-x) / (d-c)$
- Operator *Fuzzy* : $\alpha_{Rule} = \text{Min} (\mu_{Input [1]} \cap \mu_{Input [2]} \dots)$
- Operator *Fuzzy* : $\alpha_{Rule} = \text{Max} (\mu_{Input [1]} \cup \mu_{Input [2]} \dots)$
- Defuzzyifikasi

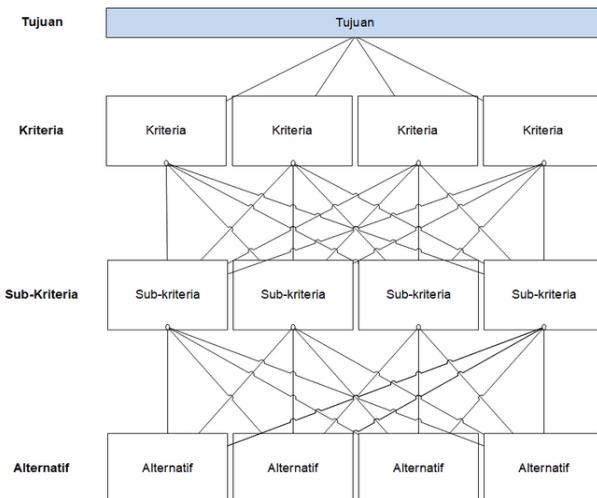
$$\text{Luas Daerah} = \int_a^b f(x) dx$$

$$\text{Momen} = \int_a^b f(x)x dx$$

$$\text{Defuzzyifikasi} = z^* = \frac{\int_a^b f(x)x dx}{\int_a^b f(x)dx}$$

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Penerapan metode *analytical hierarchy process* dapat dilakukan dengan bantuan *software super decision* (Hidayat, Wiyoto, Pratama, Vibowo, Santosa, & Siskandar, 2023). Langkah kerja *software* tersebut dimulai dari mengidentifikasi masalah, membuat model hierarki yang dibutuhkan, membuat perbandingan keterkaitan, memasukkan data yang didapat ke dalam *software*, dan terakhir melakukan analisis hasil perhitungan. Model Hierarki yang dikembangkan dapat dilihat pada model di bawah ini.



Gambar 2. Model Hierarki

Analytical Hierarki Process merupakan konsep ilmu yang dapat memecahkan masalah berdasarkan kriteria yang kompleks. Metode ini dikembangkan oleh Thomas L. Saaty yang banyak digunakan untuk mengambil keputusan dengan berbagai bentuk, seperti struktur yang berhierarki, perhitungan validitas, dan perhitungan daya tahan *output* (Yanto, 2021).

Rumus pada perhitungan metode AHP

Vektor Eigen $VE = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$	Vektor Antara $VA = a_{ij} \times VP$	VB (Lamda) $VB = \frac{VA}{VP}$
	Lamda Max $\lambda_{\max} = \frac{\sum VB}{n(kriteria)}$	
Vektor Prioritas/Bobot $VP = \frac{VE}{\sum VE}$	Consistensi Indeks $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$	Consistensi Rasio $CR = \frac{CI}{RI}, CR > 10\%$

Keterangan :

- VE = menentukan bobot kriteria berdasarkan matriks perbandingan berpasangan.
- VP = membagi vektor eigen VE dengan jumlah semua vektor eigen.
- VA = mengalikan nilai perbandingan berpasangan a_{ij} dengan vektor prioritas VP .
- VB = membagi vektor antara (VA) dengan vektor prioritas (VP).
- λ_{\max} = menghitung nilai eigen maksimum yang penting untuk menentukan Indeks Konsistensi.
- CI = menilai konsistensi matriks perbandingan berpasangan, dengan n adalah jumlah kriteria.

- CR = membagi Indeks Konsistensi (CI) dengan Indeks Acak (RI). Jika CR melebihi 10%, perbandingan mungkin perlu diperbaiki untuk konsistensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fuzzy Mamdani

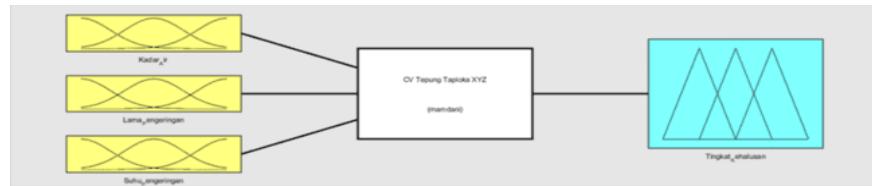
Derajat kualitas produk menjadi sasaran utama dalam sistem pengendalian produksi pada CV Tepung Tapioka XYZ. Kestabilan dan konsistensi pada kualitas tepung yang dihasilkan akan mempengaruhi keberhasilan dalam kegiatan operasional produksi tepung tapioka. Sistem *fuzzy* memberikan fleksibilitas untuk mengelola variabilitas dalam pemetaan data (Kahraman & Cebi, 2023). Berikut ini aturan logika *fuzzy* dan fungsi keanggotaan yang disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan.

Tabel 1. Himpunan Semesta

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Keterangan
Input	Kadar Air	[0% - 25%]	Persentase kadar air pada singkong
	Lama Pengeringan	[0 – 8 jam]	Durasi waktu pengeringan bahan baku
	Suhu Pengeringan	[0 – 60 °C]	Tingkat suhu pengeringan bahan baku
Output	Tingkat Kehalusan	[0 – 80 µm]	Tingkat kehalusan tepung berdasarkan ukuran partikel

Logika Fuzzy Mamdani

Logika Fuzzy Mamdani membantu CV. XYZ untuk mengendalikan variabilitas dalam proses produksi dengan lebih baik. Dalam kasus ini, tiga variabel *input* memiliki korelasi yang erat. Saat persentase kadar air bervariasi, sistem *fuzzy* dapat menyesuaikan suhu dan waktu pengeringan secara dinamis untuk memastikan kualitas tepung tetap konsisten.

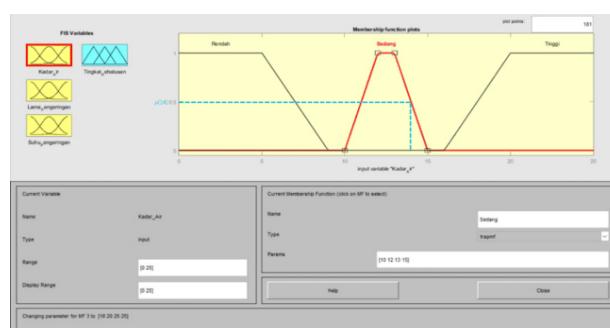


Gambar 3. Korelasi Input dan Output

Variabel Input

Kadar Air

Data fungsi keanggotaan pada variabel kadar air yang diperoleh pada tabel 2 di *input* ke dalam sistem untuk membentuk grafik berbentuk trapezoidal yang dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Kadar Air

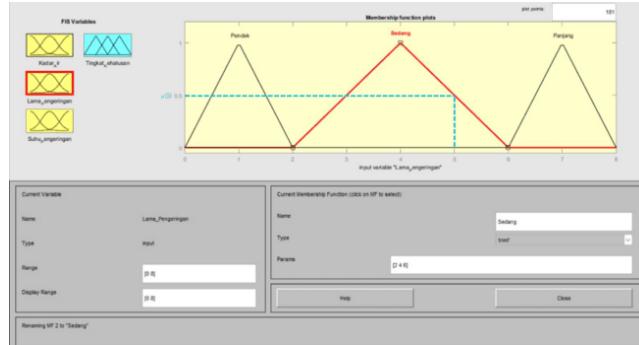
Berdasarkan grafik pada gambar 4, diketahui bahwa nilai rentang himpunan adalah 0-25. Persentase kadar air yang digunakan sebesar 14 persen dan termasuk parameter sedang dengan nilai domain $a=10$; $b=12$; $c=13$; $d=15$. Berikut ini perhitungan derajat keanggotanya :

$$\begin{aligned}\mu \text{ Kadar air_Sedang} &= (d-x) / (d-c) \\ &= (15-14) / (15-13) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Dengan demikian, μ rendah adalah 0 ($x < 10$), μ sedang adalah 0,5 ($13 \leq x \leq 15$), μ tinggi adalah 0 ($x > 15$).

Lama Pengeringan

Selanjutnya data fungsi keanggotaan pada variabel lama pengeringan juga di *input* ke dalam sistem untuk membentuk grafik triangular yang dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Lama Pengeringan

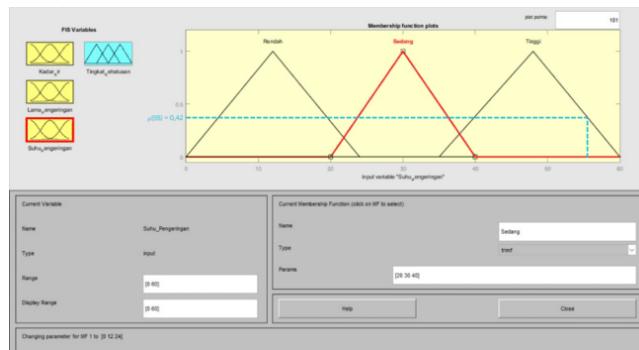
Berdasarkan grafik pada gambar 5, diketahui bahwa nilai rentang himpunan adalah 0-8. Durasi waktu pengeringan adalah 5 jam dan termasuk parameter sedang dengan nilai domain $a=2$; $b=4$; $c=6$. Berikut ini perhitungan derajat keanggotannya :

$$\begin{aligned}\mu \text{ Lama Pengeringan Sedang} &= (c-x) / (c-b) \\ &= (6-5) / (6-4) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Dengan demikian, μ pendek adalah 0 ($x < 2$), μ sedang adalah 0,5 ($4 \leq x \leq 6$), μ panjang adalah 0 ($x > 6$).

Suhu Pengeringan

Data fungsi keanggotaan pada variabel *input* terakhir yang diperoleh pada tabel 2 juga di *input* untuk membentuk grafik triangular yang dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Suhu Pengeringan

Berdasarkan grafik pada gambar 6, diketahui bahwa nilai rentang himpunan adalah 0-8. Suhu pengeringan adalah 55°C dan termasuk parameter tinggi dengan nilai domain $a=35$; $b=48$; $c=60$. Berikut ini perhitungan derajat keanggotannya :

$$\begin{aligned}\mu \text{ Suhu Pengeringan Tinggi} &= (c-x) / (c-b) \\ &= (60-55) / (60-48) \\ &= 0,42\end{aligned}$$

Dengan demikian, μ rendah adalah 0 ($x < 35$), μ sedang adalah 0 ($x < 35$), dan μ tinggi adalah 0,42 ($48 \leq x \leq 60$).

Variabel Ouput

Tahap selanjutnya adalah meng-*input* himpunan keanggotaan pada variabel *output* sesuai data awal. Bentuk grafik yang digunakan adalah triangular dan dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Tingkat Kehalusan

Penentuan *Ruled Based*

Setelah semua data fungsi keanggotaan di *input* ke dalam sistem, selanjutnya menentukan basis aturan fuzzy terdiri dari aturan-aturan IF-THEN yang mencerminkan pengetahuan dan pengalaman ahli. Contoh aturan berdasarkan hasil derajat keanggotaan variabel *input*:

Penentuan Nilai Alpha

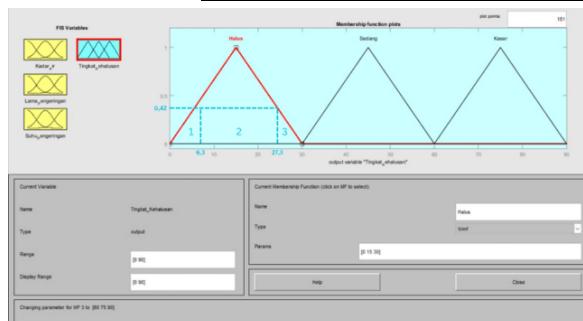
$$\alpha [R15] = \text{Min} (\mu \text{ kadar air sedang } [14] \cap \mu \text{ lama pengeringan sedang } [5] \cap \mu \text{ suhu pengeringan tinggi } [55])$$

$$\alpha [R15] = \text{Min} (0,5 ; 0,5 ; 0,42)$$

$$\alpha [R15] = 0,42$$

3.1.2 Komposisi Semua Output

Sisi Kiri $\alpha_{15} = (x-a) / (b-a)$ $0,42 = (x-0) / (15-0)$ $X_1 = 6,3$	Sisi Kanan $\alpha_{15} = (c-x) / (c-b)$ $0,42 = (30-x) / (30-15)$ $X_2 = 23,7$
---	---



$$F(X, a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ \frac{x-0}{15-0} & 0 \leq x \leq 6,3 \\ 0,42 & 6,3 \leq x \leq 27,3 \\ \frac{30-x}{30-15} & 27,3 \leq x \leq 30 \\ 0 & x > 30 \end{cases}$$

Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Output

Defuzzyifikasi

Proses ini mengubah output fuzzy menjadi nilai konkret yang digunakan untuk mendapatkan hasil. Dalam penelitian ini, defuzzyifikasi pada Fuzzy-Mamdani menggunakan metode centroid atau *Center Of Area* (COA) yang menghitung pusat massa dari himpunan fuzzy output.

1) Perhitungan Luas Daerah $\int_a^b f(x)dx$

Tabel 2 Luas Daerah

Luas Daerah 1	Luas Daerah 2	Luas Daerah 3
$LD_1 = (a \times t) / 2$	$LD_2 = p \times l$	$LD_3 = (a \times t) / 2$
$LD_1 = ((6,3-0) \times 0,42) / 2$	$LD_2 = (27,3-6,3) \times 0,42$	$LD_3 = ((30-27,3) \times 0,42) / 2$
$LD_1 = 1,32$	$LD_2 = 8,82$	$LD_3 = 0,57$

2) Perhitungan Momen

$$F(X, a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ \frac{x - 0}{15 - 0} & 0 \leq x \leq 6,3 \\ \frac{0,42}{0,42} & 6,3 \leq x \leq 27,3 \\ \frac{30 - x}{30 - 15} & 27,3 \leq x \leq 30 \\ 0 & x > 30 \end{cases}$$

x < 0 $\rightarrow 0,0667x$
 $0 \leq x \leq 6,3 \rightarrow 0,42$
 $6,3 \leq x \leq 27,3 \rightarrow 2 - 0,0667x$
 $27,3 \leq x \leq 30$

Momen Himpunan 1

$$\int_{27,3}^{30} (2 - 0,0667x)x \, dx = \int_{27,3}^{30} 2x - 0,0667x^2 \, dx = \int_{27,3}^{30} x^2 - 0,0222x^3 \, dx$$

$$= [(30)^2 - 0,0222(30)^3] - [(27,3)^2 - 0,0222(27,3)^3] = 6,77867$$

Defuzzyifikasi (Z^*)

$$z^* = \frac{\sum \text{Momen Himpunan}}{\sum \text{Luas Daerah}} = \frac{5,5510434 + 148,176 + 6,77867}{1,32 + 8,82 + 0,57} = 14,9856$$

Nilai defuzzyifikasi diperoleh dari akumulasi perhitungan momen himpunan dibagi akumulasi perhitungan luas daerah dan nilai *output* yang dihasilkan adalah sebesar $14,9856 \approx 15$. Dengan demikian, saat variabel *input* kadar air 14 persen, lama pengeringan 5 jam, dan suhu pengeringan sebesar 55°C

Analytical Hierarchy Process

Analytical Hierarchy Process digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan tujuan yang akan diraih, yaitu optimasi proses produksi. Metode ini terdiri dari level 1 sampai 4 yang berisikan tujuan, kriteria, sub kriteria, dan alternatif.

Matriks Jumlah Pertanyaan dalam Kuesioner

Penentuan jumlah pertanyaan yang menjadi daftar kuesioner yang akan diisi oleh responden dapat dihitung melalui tabel berikut.

Tabel 3. Penentuan Daftar Kuisioner

Level	Jumlah Matrix	Dimensi	Jumlah Sel Matrix	Jumlah Pertanyaan
Tujuan	-	-	-	-
Kriteria	1	4×4	$1 \times (4 \times 4) = 16$	$1 \times ((4 \times 4 - 4)/2) = 6$
Sub-Kriteria	4	4×4	$4 \times (4 \times 4) = 64$	$4 \times ((4 \times 4 - 4)/2) = 24$
Alternatif	4	4×4	$4 \times (4 \times 4) = 64$	$4 \times ((4 \times 4 - 4)/2) = 24$
Total Pertanyaan				54

Pembobotan Nilai

Sebelum melakukan perbandingan berpasangan terhadap masing-masing *cluster* diperlukan penataan nilai pembobotan yang menggunakan skala dasar perbandingan 1 sampai 9 berdasarkan prinsip T.L. Saaty (Pribadi dkk., 2020).

Tabel 4. Skala Dasar Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya dibanding yang lain
3	Sedikit lebih penting dibanding yang lain
5	Jelas lebih penting dibanding yang lain
7	Sangat Jelas lebih penting dibanding yang lain
9	Mutlak penting dibanding yang lain
2,4,6,8	Nilai antara 2 penilaian yang berdekatan
Reciprocal	Jika elemen i memiliki salah satu nilai di atas ketika dibandingkan elemen j, maka j memiliki nilai kebalikannya dibanding elemen i.

Consistency Ratio

Untuk menentukan perhitungan *Consistency Ratio* diperlukan RI (*Random Indeks*) yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabel 5. Perhitungan Nilai Inconsistency Antar Kriteria

VE	VP	VA	VB (λ)	λ_{max}	CR	CI
4,58	0,70	2,91	4,16			
0,33	0,05	0,21	4,17			
0,68	0,10	0,43	4,14			
0,96	0,15	0,61	4,13			
6,56	1,00	4,16	16,61			

Tabel 6. Perhitungan Nilai Inconsistency Terhadap Prosedur dan Sistem Kerja

VE	VP	VA	VB (λ)	λ_{max}	CR	CI
4,36	0,67	2,83	4,24			
0,31	0,05	0,20	4,31			
1,29	0,20	0,84	4,23			
0,58	0,09	0,36	4,02			
6,53	1,00	4,22	16,81			

Perbandingan berpasangan antara alternatif dengan sub-kriteria

Tabel 7. Perhitungan Nilai Inconsistency Terhadap Konsistensi Kualitas

VE	VP	VA	VB (λ)	λ_{max}	CR	CI
3,13	0,56	2,29	4,08			
1,28	0,23	0,94	4,09			
0,89	0,16	0,67	4,18			
0,28	0,05	0,21	4,16			
5,58	1,00	4,10	16,51			

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa nilai *Inconsistency* pada hitungan manual adalah 0,05, sedangkan pada hasil *Super Decision* adalah sebesar $0,04770 \approx 0,05$. Dengan demikian, nilai CI sudah konsisten dan tidak perlu dilakukan evaluasi ($CI < 0,1$).

Berdasarkan hasil nilai prioritas yang ditampilkan pada aplikasi *Super Decision*, dapat diketahui bahwa nilai tertinggi kriteria sebesar 0,69959 yaitu Suhu dan Kelembaban ruangan, pada cluster sub-kriteria, nilai tertinggi adalah sebesar 0,66050 yang dipengaruhi oleh Konsistensi Kualitas, serta nilai alternatif tertinggi adalah Teknologi Pengeringan Baru dengan nilai 0,50211.

3.1.3 Pengambilan Keputusan

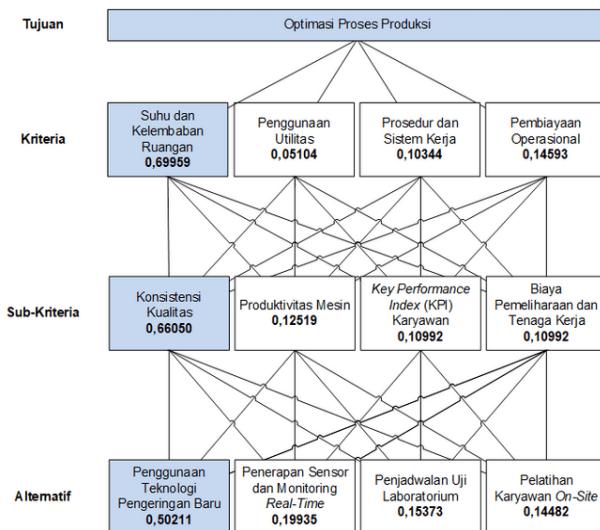
**Gambar 9. Hasil Akhir Diagram AHP**

Diagram AHP (*Analytical Hierarchy Process*) di atas menjadi visualisasi dari hasil penggunaan aplikasi *Super Decision* yang menganalisis nilai hasil pembobotan berdasarkan prioritas tiap *cluster* yang mempengaruhi tujuan utama dengan optimasi proses produksi. Nilai pembobotan paling tertinggi menjadi aspek yang paling berpengaruh. Oleh karena itu, dari hasil pembobotan diagram AHP di atas, alternatif pilihan yang bisa diambil oleh CV. Tepung Tapioka XYZ adalah Penggunaan Teknologi Pengeringan Baru.

4 KESIMPULAN

Pengendalian tingkat kehalusan tepung dan menentukan alternatif keputusan dalam mengoptimalkan proses produksi merupakan aspek kritis dalam produksi tepung CV. XYZ, baik untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Metode Fuzzy-Mamdani dan Analytical Hierarchy Process sangat membantu untuk menghasilkan tingkat optimal Kehalusan tepung sebesar 15 μm yang dapat mempengaruhi kualitas, tekstur, serta Penggunaan Teknologi Pengeringan Baru yang menjadi alternatif dalam peningkatan efisiensi proses produksi. Oleh karena itu, penting bagi produsen tepung untuk memantau dan memastikan alur proses produksi yang optimal untuk setiap jenis produk yang dihasilkan. Dengan demikian, produsen dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi yang memenuhi standar pasar dan kepuasan konsumen.

5 REFERENCES

- Azhar, Z. (2020). Faktor Analisis Prioritas Dalam Pemilihan Bibit Jagung Unggul Menggunakan Metode AHP. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 347–350.
- Dary Daffa Haque, M., & Sriani. (2023). Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Optimasi Persediaan Stok Makanan Hewan. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(1), 427–437. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i1.1160>
- Kahraman, C., & Cebi, S. (2023). *Analytic Hierarchy Process with Fuzzy Sets Extensions Applications and Discussions* (J. Kaeprzyk, Ed.; Vol. 428). Springer.
- Nasution, A. S. K. R., Nurcahyo, G. W., & Ramdhanu, A. (2024). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Mengidentifikasi Kepribadian Siswa. *Jurnal KomtekInfo*, 157–162. <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v11i3.567>
- Prayudha Hidayat, A., Wiyoto, W., Julio Pratama, A., Vibowo, H., Husen Santosa, S., & Siskandar, R. (2023). Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP) Model for Chicken Egg Supply and Demand Management Strategies Through SAFCES Application Development. *E3S Web of Conferences*, 454. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345403004>
- Pribadi, D., Saputra, R. A., Hudin, J. M., & Gunawan. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan* (1 ed.). Graha Ilmu.
- Rahman Hakim, A. (2023). Penerapan Logika Fuzzy Untuk Menentukan Harga Jual Tas Fashion Menggunakan Metode Sugeno. *JURNAL DESAIN DAN ANALISIS TEKNOLOGI (JDDAT)*, 2(1), 84–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.58520/jddat.v2i1.24>

- Safitrah, Adi, D. W., Nugraha, I. T., Sinaga, A. B. G., Athallah, Z. R., Steyer, M. A. A. D., Santosa, S. H., Darmawan, M. D. M., & Octavia, N. (2024). Mamdani's Fuzzy Logic-Based Tapioca Optimal Production Amount Prediction System. *Journal of Applied Science, Technology & Humanities*, 1(3), 265–279. <https://doi.org/10.62535/ws0haa49>
- Sufarnap, E., & Sudarto. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Jumlah Produksi. *Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI)*, 379–382. <http://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/issue/archivePage|379>
- Sutrisno, Mayasari, N., Rohim, M., & Boari, Y. (2023). Keputusan Kelayakan Bonus Karyawan Menggunakan Metode AHP-WP. *Jurnal Krisnadana*, 3(1), 49–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.58982/krisnadana.v3i1.491>
- Yanto, M. (2021). Sistem Penunjang Keputusan Dengan Menggunakan Metode AHP Dalam Seleksi Produk. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 3(1), 167–174.<https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.1611>
- , 2 1,2. (2024). 4(5), 2739–2748.
- Rozali, C., Zein, A., & Farizy, S. (2023). Penerapan Analytic Hierarchy Process (Ahp) Untuk Pemilihan Penerimaan Karyawan Baru. *JITU: Jurnal Informatika Utama*, 1, 32–36.